Journal of Quality Engineering and Management

www.pqprc.ir

J. Qual. Eng. Manag. Vol. 15, No. 3 (2025) 304–315.

Paper Type: Original Article

Analysis of the Demand Forecasting Process through the Supply Chain and Comparison of the Current and Desired States in the Book Publishing

Fatemeh Zahra Montazeri[1], Zahra Joorbonyan[1,*], Habibeh Karimi[2]

[1] Morvarid Intelligent Industrial Systems Research Group, Iran; montazeri.fatemehzahra@gmail.com; zahrajbn20@gmail.com.
[3] Department of Research Center, Shiroud Municipality, Mazandaran, Iran; sekarimimail@gmail.com.

Citation:

Received: 15 April 2025 *Revised: 19 June 2025* *Accepted: 23 July 2025*	Montazeri, F. Z., Joorbonyan, Z., & Karimi, H. (2025). Analysis of the demand forecasting process through the supply chain and comparison of the current and desired states in the book publishing. *Journal of Quality Engineering and Management , 15*(3), 304-315.

Abstract

Purpose: Today, supply chain management and accurate demand forecasting are considered key factors in improving productivity, reducing operational costs, and enhancing flexibility across various industries. The printing and publishing industry, as one of the sectors highly influenced by demand fluctuations, requires efficient strategies for supply chain management and optimal resource allocation. The objective of this study is to examine the impact of supply chain management on demand forecasting in this industry and to analyze the differences between the current state and the desired conditions.

Methodology: This study adopts a quantitative approach and utilizes real sales and book demand data for analysis. Machine learning techniques (particularly feedforward artificial neural networks with the backpropagation learning algorithm) are used to model and forecast demand. The performance of these models is compared with that of traditional approaches, such as time-series models, to assess improvements in forecasting accuracy.

Findings: The results reveal that machine learning models, especially feedforward neural networks, achieve higher accuracy in demand forecasting compared to traditional methods. Moreover, the application of these models reduces the bullwhip effect in the supply chain and enhances coordination among its members.

Originality/Value: By presenting a hybrid model integrating supply chain management and demand forecasting based on neural networks, this research introduces an innovative approach to optimizing decision-making in the publishing industry. The integration of machine learning techniques with supply chain analysis can serve as a foundation for developing intelligent solutions in inventory management and production planning across similar industries.

Keywords: Demand forecasting, Supply chain, Machine learning, Artificial neural network, Bullwhip effect, Printing and publishing industry.

Corresponding Author: zahrajbn20@gmail.com
10.48313/jqem.2025.550673.1576
Licensee System Analytics. This article is an open access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (http://creativecommons.org/licenses/by/4.0).

مهندسی و مدیریت کیفیت

www.pqprc.ir

دوره ۱۵، شماره (۳)، (۱۴۰۴)، ۳۱۵-۳۰۴

نوع مقاله: پژوهشی

تحلیل فرآیند پیش‌بینی تقاضا از طریق زنجیره‌تامین و مقایسه وضعیت فعلی و مطلوب در صنعت نشر کتاب

فاطمه زهرا منتظری[۱]، زهرا جوربنیان[۱،*]، حبیبه کریمی[۲]

[۱]گروه تحقیقاتی سامانه‌های هوشمند صنعتی مروارید، ایران.

[۲]مرکز تحقیقاتی، شهرداری شیرود، مازندران، ایران.

چکیده

هدف: امروزه مدیریت زنجیره‌تامین و پیش‌بینی دقیق تقاضا از عوامل کلیدی در بهبود بهره‌وری، کاهش هزینه‌های عملیاتی و افزایش انعطاف‌پذیری در صنایع مختلف محسوب می‌شوند. صنعت چاپ و نشر کتاب، به‌عنوان یکی از حوزه‌های تاثیرپذیر از نوسانات تقاضا، نیازمند اتخاذ استراتژی‌های کارآمد برای مدیریت زنجیره‌تامین و تخصیص بهینه منابع است. هدف این پژوهش بررسی تاثیر زنجیره‌تامین بر فرآیند پیش‌بینی تقاضا در این صنعت و تحلیل تفاوت‌های میان وضعیت موجود و شرایط مطلوب است.

روش‌شناسی پژوهش: در این مطالعه، از رویکرد کمی و تحلیل داده‌های واقعی فروش و تقاضای کتاب استفاده شده است. روش‌های مبتنی بر یادگیری ماشین، به‌ویژه شبکه‌های عصبی مصنوعی از نوع پیشرو با الگوریتم یادگیری پس انتشار خطا، برای مدل‌سازی و پیش‌بینی تقاضا به‌کار گرفته شده‌اند. عملکرد این مدل‌ها با روش‌های سنتی مانند مدل‌های سری زمانی مقایسه شده است تا میزان بهبود دقت پیش‌بینی ارزیابی شود.

یافته‌ها: نتایج تحقیق نشان می‌دهد که مدل‌های یادگیری ماشین، به‌ویژه شبکه عصبی پیشرو، دقت بالاتری در پیش‌بینی تقاضا نسبت به مدل‌های سنتی دارند. همچنین استفاده از این مدل‌ها موجب کاهش اثر شلاقی در زنجیره‌تامین و بهبود هماهنگی میان اعضای آن شده است.

اصالت/ارزش‌افزوده علمی: این پژوهش با ارایه یک مدل ترکیبی از مدیریت زنجیره‌تامین و پیش‌بینی تقاضا مبتنی بر شبکه‌های عصبی، رویکردی نوآورانه برای بهینه‌سازی تصمیم‌گیری در صنعت نشر ارایه می‌دهد. تلفیق روش‌های یادگیری ماشین با تحلیل زنجیره‌تامین می‌تواند مبنایی برای توسعه راهکارهای هوشمند در مدیریت موجودی و برنامه‌ریزی تولید در صنایع مشابه باشد.

کلیدواژه‌ها: پیش‌بینی تقاضا، زنجیره‌تامین، یادگیری ماشین، شبکه عصبی مصنوعی، اثر شلاقی، صنعت چاپ و نشر.

۱- مقدمه

در دنیای رقابتی امروز، سازمان‌ها برای حفظ مزیت رقابتی و افزایش بهره‌وری، نیازمند اتخاذ استراتژی‌های مدیریتی موثر هستند. یکی از مهم‌ترین ابزارهایی که می‌تواند به این هدف کمک کند، پیش‌بینی دقیق تقاضاست. پیش‌بینی تقاضا نه‌تنها بر تصمیم‌گیری‌های استراتژیک در حوزه‌هایی همچون بازاریابی، تولید و تامین مواد اولیه تاثیر می‌گذارد [1]، بلکه نقشی اساسی در برنامه‌ریزی تولید، حمل‌ونقل و مدیریت زنجیره‌تامین ایفا می‌کند [2].

در سال‌های اخیر، اهمیت زنجیره‌تامین در فرآیند پیش‌بینی تقاضا بیش‌ازپیش موردتوجه قرار گرفته است [3]. زنجیره‌تامین شامل مجموعه‌ای از فرآیندها و نهادهایی است که از تامین مواد اولیه تا تولید، توزیع و تحویل محصول به مشتری نهایی را دربر می‌گیرد. ایجاد هماهنگی و تبادل اطلاعات بین این بخش‌ها، نقش تعیین‌کننده‌ای در بهینه‌سازی فرآیندهای تامین و کاهش هزینه‌ها دارد [4]. یکی از عوامل کلیدی در این حوزه، تسهیم اطلاعات و همکاری میان اعضا زنجیره‌تامین است. این تعامل، علاوه بر افزایش دقت پیش‌بینی، هماهنگی میان بخش‌های مختلف زنجیره را بهبود بخشیده و کارایی عملیاتی را افزایش می‌دهد. با این حال، دستیابی به چنین هماهنگی‌ای بدون مدیریت کارآمد زنجیره‌تامین امکان‌پذیر نیست [5]، [6].

مدیریت زنجیره‌تامین با بهره‌گیری از راهکارهای بهینه‌سازی، به برنامه‌ریزی، اجرا و نظارت بر فعالیت‌های زنجیره پرداخته و از طریق هماهنگی میان بخش‌های مختلف، کارایی آن را افزایش می‌دهد [7]؛ بنابراین، هدف اصلی مدیریت زنجیره‌تامین، پاسخ‌گویی موثر به نیازهای مشتریان، کاهش هزینه‌ها و افزایش بهره‌وری عملیاتی است؛ اما در این مسیر، چالش‌هایی مانند پیش‌بینی نادرست تقاضا، ضعف در ارتباطات و عدم هماهنگی میان بخش‌های مختلف، می‌تواند منجر به نوسانات شدید در زنجیره‌تامین شود. یکی از شناخته‌شده‌ترین مشکلات در این حوزه، پدیده "اثر شلاقی" است که مانع از عملکرد بهینه زنجیره‌تامین می‌شود. اثر شلاقی که نخستین بار توسط فارستر [8] در سال ۱۹۶۱ معرفی و در مطالعات بعدی مانند سودی و تانگ [9] بررسی شد، به نوسانات غیرقابل پیش‌بینی در سفارش‌ها طول زنجیره‌تامین اشاره دارد. مطالعات نشان داده‌اند که پیش‌بینی نادرست تقاضا یکی از عوامل اصلی تاثیرگذار بر این پدیده است [10]. زمانی که اطلاعات با تأخیر یا به‌صورت نادرست در زنجیره‌تامین منتقل شود، هر یک از اعضای زنجیره تصمیماتی اتخاذ می‌کنند که منجر به نوسانات شدید در سفارش‌ها، افزایش هزینه‌های موجودی، کاهش سطح خدمت‌رسانی و کاهش کارایی کل زنجیره‌تامین می‌شود [11]. از این‌رو، کاهش اثر شلاقی از طریق بهبود روش‌های پیش‌بینی تقاضا و تسهیم اطلاعات، امری ضروری است. در شرایط کنونی اقتصاد کشور، مشکلات تامین مواد اولیه، افزایش هزینه‌های تولید و نبود برنامه‌ریزی دقیق، برخی صنایع را به اتخاذ تصمیمات غیرکارآمد سوق داده است. به‌عنوان نمونه، در صنعت نشر، انتشار کتاب‌هایی بدون ارزیابی دقیق بازار، منجر به کاهش فروش و زیان مالی برای ناشران می‌شود. در این پژوهش، از شبکه عصبی پیشرو با الگوریتم یادگیری پس انتشار خطا که یکی از روش‌های پرکاربرد در پیش‌بینی تقاضاست، برای تحلیل وضعیت صنعت چاپ و نشر استفاده شده است. بهره‌گیری از روش‌های مبتنی بر یادگیری ماشین و شبکه‌های عصبی می‌تواند دقت پیش‌بینی را افزایش داده، نوسانات زنجیره‌تامین را کاهش داده و عملکرد کلی صنایع را بهبود بخشد.

۲- پیشینه پژوهش

پیش‌بینی تقاضا در زنجیره‌تامین همواره به‌عنوان یکی از چالش‌های اساسی در مدیریت زنجیره‌تامین مطرح بوده است [12]. روش‌های پیش‌بینی به‌طورکلی در چهار دسته اصلی قرار می‌گیرند: ۱- روش‌های کیفی مبتنی بر قضاوت خبرگان، ۲- روش‌های سری زمانی، ۳- روش‌های فصلی (اتفاقی) و ۴- روش‌های شبیه‌سازی.

انتخاب روش مناسب پیش‌بینی به عواملی مانند مرحله چرخه عمر محصول بستگی دارد. در مواردی که داده‌های تاریخی موجود است، استفاده از روش‌های محاسبات نرم می‌تواند دقت پیش‌بینی را بهبود بخشد. مطالعات نشان داده‌اند که پیش‌بینی‌های مبتنی بر قضاوت خبرگان می‌تواند در شرایط عدم قطعیت بالا، خطا را تا ۴۲٪ کاهش دهد. همچنین، پژوهشی بر روی بیش از ۸۲٬۰۰۰ پیش‌بینی انجام‌شده توسط ۲۸۴ خبره در طی ۲۰ سال نشان داد که پیش‌بینی‌های خبرگان از دقت بالاتری برخوردار است [17–13]. بهات و همکاران [18] در مطالعه‌ای به بررسی پایداری شبکه‌های تامین درهم‌تنیده (*ISN*) با استفاده از یک مدل دینامیکی مبتنی بر زنجیره تغذیه پرداختند. برای تحلیل رفتارهای متغیر در روابط خریدار–تامین‌کننده، از شبکه‌های عصبی مصنوعی و الگوریتم گرادیان مزدوج مقیاس‌شده (*SCGNN*) استفاده شده است. مدل پیشنهادی با معادلات دیفرانسیل غیرخطی بیان شده و عملکرد آن از طریق شبیه‌سازی‌های تصادفی ارزیابی شده است. نتایج عددی نشان‌دهنده دقت بالای مدل با ضریب رگرسیون ۱ و مقدار خطای مطلق در محدوده 5–10{-5}^510–10تا 7–10{-7}^710–10است. این روش می‌تواند به پژوهشگران و مدیران زنجیره‌تامین در تضمین بقا و پایداری شبکه‌های تامین در شرایط بحرانی کمک کند. نازارکینا و شکولدین [7] در یک پژوهش به توسعه روشی برای انتخاب مصرف‌کنندگان در بازار منطقه‌ای عمده‌فروشی و خرده‌فروشی سوخت می‌پردازد. با استفاده از فناوری‌های شبکه عصبی و تحلیل آماری، مدل پیشنهادی امکان شناسایی دقیق مشتریان بالقوه و ارزیابی رفتار خرید آن‌ها را فراهم می‌کند. داده‌های مصرف‌کنندگان، اطلاعات راهنمای الکترونیکی *GIS* و نتایج تحلیل‌های آماری و پیش‌بینی‌های مبتنی بر شبکه‌های عصبی، مبنای این تحقیق قرار گرفته‌اند. برای ارزیابی دقت مدل، روش شبکه عصبی با مدل‌های رگرسیون لجستیک، درخت تصمیم و جنگل تصادفی مقایسه شده و مشخص شده است که شبکه عصبی عملکرد بهتری در طبقه‌بندی مشتریان دارد.

این روش در بازار سوخت شهر نووسیبیرسک آزمایش شده و توصیه‌هایی برای بهبود مدل، از جمله گسترش عوامل موثر بر انتخاب مشتری و بهینه‌سازی ساختار داخلی شبکه عصبی، ارایه شده است.

دانکار و همکاران [19] به بررسی تاثیر عوامل داخلی (تحت کنترل کشاورز) و خارجی (خارج از کنترل کشاورز) بر عملکرد ارزن مرواریدی و علوفه آن در هند می‌پردازند. با استفاده از تحلیل توصیفی و شبکه عصبی مصنوعی، داده‌های ۴۷۳ کشاورز از مناطق نیمه‌خشک جمع‌آوری و تحلیل شده است. نتایج نشان می‌دهد که بارندگی بیشترین تاثیر را بر عملکرد دارد و پس از آن، تعداد دفعات آبیاری، تناوب زراعی، نوع کود و دما اهمیت دارند. مدل پیشنهادی با مقدار *R2R^2R2* برابر با ۰/۸۶۳ و ۰/۷۰۴ برای عملکرد ارزن و علوفه، دقت بالایی نشان می‌دهد. این پژوهش به سیاست‌گذاران در تدوین استراتژی‌های بهینه برای بهبود عملکرد کشاورزی کمک می‌کند. لی و دورفلر [20] در مطالعه خود به بررسی تاثیر خطاهای پیش‌بینی بر نوسانات سفارش در زنجیره‌تامین می‌پردازد. با استفاده از سنتز کنترل بازخورد مقاوم، نویسندگان شاخص جدیدی برای اثر شلاقی گذرا معرفی می‌کنند که به‌طور صریح وابسته به خطای پیش‌بینی است. مدل پیشنهادی با در نظر گرفتن محدودیت‌های پیش‌بینی و نوسانات تقاضا، به بهینه‌سازی کنترل‌کننده‌ای می‌پردازد که بیشترین کاهش نوسانات سفارش را فراهم می‌کند. نتایج شبیه‌سازی نشان می‌دهد که این شاخص تابعی شبه‌کوژ از نرخ فساد محصول و نرخ سفارش‌های معوق است و می‌تواند به بهبود مدیریت زنجیره‌تامین کمک کند. سر سالاری [10] در تحقیق خود به بررسی نقش اثر شلاقی و کیفیت زنجیره‌تامین در صنایع تولیدی، به‌ویژه در تامین‌کنندگان قطعات خودرو پرداخته است. جامعه آماری شامل کارشناسان شرکت‌های تامین‌کننده صنعت خودرو بوده و نمونه آماری با استفاده از جدول مورگان انتخاب شده است. تحلیل داده‌ها با استفاده از معادلات ساختاری و تحلیل عاملی انجام شد. نتایج نشان داد که اثر شلاقی و کیفیت زنجیره‌تامین بر عملکرد زنجیره‌تامین در صنایع تامین‌کننده قطعات خودرو تاثیرگذار است. در نهایت، پیشنهادهای کاربردی برای بهبود عملکرد ارایه شد.

صفاری دربرزی و همکاران [11] در پژوهشی به طراحی مدل مفهومی استراتژی‌های کاهش اثر شلاقی در زنجیره‌تامین حلقه بسته پرداخته‌اند. با روش توصیفی-پیمایشی و نظرسنجی از ۷۵ خبره صنعتی و دانشگاهی حوزه تولید روغن خودرو، ۸ استراتژی شناسایی و با استفاده از مدل‌سازی ساختاری تفسیری در ۵ سطح دسته‌بندی شد. نتایج نشان داد که سیاست‌های کنترل موجودی و برنامه‌ریزی تولید در سطح آغازین و افزایش دید در روند بازیابی محصولات و کاهش زمان تحویل در سطح نهایی مدل قرار دارند. این یافته‌ها می‌توانند به بهبود عملکرد زنجیره‌تامین حلقه بسته کمک کنند. گوآل و همکاران [21] این پژوهش به بررسی استفاده از الگوریتم‌های یادگیری ماشین در پیش‌بینی تقاضا در زنجیره‌تامین می‌پردازد. با بهره‌گیری از روش‌های مختلف یادگیری ماشین و یادگیری عمیق، دقت پیش‌بینی در بازه‌های بلندمدت (۴-۵ سال) و کوتاه‌مدت (۳-۴ ماه) تحلیل شده است. الگوریتم‌های انتخاب ویژگی و مدل‌های سری زمانی برای بهبود پیش‌بینی به کار گرفته شده‌اند. ارزیابی مدل‌ها با معیارهایی مانند *MAPE* و *MPE* نشان می‌دهد که روش‌های پیشرفته یادگیری ماشین می‌توانند دقت پیش‌بینی را افزایش داده و به بهبود تصمیم‌گیری و مدیریت زنجیره‌تامین کمک کنند. الدهمانی و همکاران [22] یک مدل پیش‌بینی تقاضای زنجیره‌تامین مبتنی بر یادگیری عمیق با استفاده از *BiLSTM* و *NARX* ارایه می‌دهند. این مدل با رویکرد رگرسیونی، وابستگی‌های پیچیده و الگوهای غیرخطی را بهتر از روش‌های سنتی شناسایی می‌کند. روش *uni-regression* بهبود قابل توجهی در دقت پیش‌بینی ایجاد کرده و کمترین میزان خطا را در معیارهایی مانند *MAE*، *MSE* و *R-squared* نشان داده است. نتایج این مطالعه می‌تواند به تصمیم‌گیری بهتر، بهینه‌سازی مدیریت موجودی و افزایش تاب‌آوری زنجیره‌تامین کمک کند.

جدول ۱- پیشینه پژوهش.

Table 1- Review of related studies.

منابع	عنوان مقاله	اهمیت و ارتباط با موضوع
غوش [23]	مقابله با اثر شلاقی در پلتفرم‌های تحویل غذا با استفاده از یادگیری عمیق	این پژوهش با استفاده از مدل LSTM دو مرحله‌ای نشان داد که شبکه‌های عصبی بازگشتی قادرند نوسانات تقاضا را در محیط‌های پرتلاطم به شکل معناداری کاهش دهند. نتایج، اثبات کارآمدی یادگیری عمیق در کاهش اثر شلاقی است.
ساریجی‌اوغلو و همکاران [24]	تحلیل پیش‌بینی یک‌مرحله‌ای و چندمرحله‌ای برای کاهش اثر شلاقی و بهبود عملکرد زنجیره‌تامین	در این مطالعه تاثیر افق‌های مختلف پیش‌بینی بر شدت اثر شلاقی بررسی شد. نتایج نشان می‌دهد انتخاب بازه زمانی مناسب برای پیش‌بینی می‌تواند بهبود قابل‌توجهی در عملکرد زنجیره‌تامین ایجاد کند.

جدول ۱- ادامه.
Table 1- Continued.

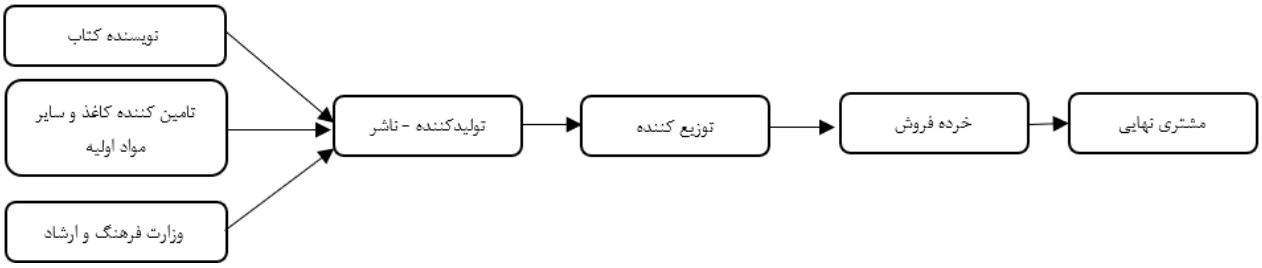
منابع	عنوان مقاله	اهمیت و ارتباط با موضوع
دوایویی و همکاران [25]	مروری انتقادی بر مدل‌های یادگیری ماشین و یادگیری عمیق برای پیش‌بینی تقاضا در مدیریت زنجیره‌تامین	این مرور جامع نقاط قوت و محدودیت‌های مدل‌های مختلف را بررسی کرده و مسیرهای پژوهشی آینده را مشخص ساخته است. منبعی کلیدی برای تبیین جایگاه پژوهش در ادبیات علمی محسوب می‌شود.
سالوا و ذوالفکری [26]	از تغییرپذیری تا دیدپذیری: کاهش اثر شلاقی در زنجیره‌های تامین مدرن	این مقاله بر اهمیت شفافیت و دیدپذیری داده‌ها در کاهش اثر شلاقی تاکید دارد. یافته‌ها نشان می‌دهد که دسترسی بهتر به داده‌ها و افزایش شفافیت اطلاعاتی نقش مهمی در کنترل نوسانات تقاضا ایفا می‌کند.
فسون و همکاران [27]	بررسی اثر شلاقی در زنجیره‌تامین چرخشی	این پژوهش نشان می‌دهد کالاهای بازگشتی و جریان‌های معکوس می‌توانند شدت نوسانات تقاضا را افزایش دهند. توجه به این عامل در مدل‌های پیش‌بینی باعث واقع‌بینی بیشتر در تحلیل اثر شلاقی می‌شود.
پاتیل و پرابهو [28]	اثر شلاقی جریان نقدی در زنجیره‌تامین: یک تحقیق تجربی	در این مقاله اثر شلاقی به حوزه جریان‌های مالی گسترش یافته است. نتایج بیان می‌کند که نوسانات تقاضا می‌تواند باعث بی‌ثباتی جریان نقدی شود و پیامدهای اقتصادی جدی برای زنجیره‌تامین داشته باشد.
ام وانگی و بویسا [29]	تاثیر روش‌های مدیریت زنجیره‌تامین بر کاهش اثر شلاقی	یافته‌ها نشان می‌دهد که همکاری میان شرکا، تبادل اطلاعات و پذیرش فناوری‌های نوین می‌تواند شدت اثر شلاقی را به شکل قابل‌توجهی کاهش دهد. این نتیجه اهمیت ترکیب راهبردهای مدیریتی و مدل‌های پیش‌بینی را نشان می‌دهد.
ال‌سخنی و میگدالاس [30]	تاثیر عوامل اشتراک‌گذاری اطلاعات بر اثر شلاقی	این پژوهش نقش کیفیت، زمان‌بندی و فراوانی اشتراک‌گذاری اطلاعات را در تعدیل اثر شلاقی بررسی کرده است. نتایج بیانگر آن است که بهبود فرآیندهای اطلاعاتی می‌تواند هم‌افزایی چشمگیری با روش‌های پیش‌بینی تقاضا داشته باشد.
دارماون و همکاران [31]	طراحی شبکه زنجیره‌تامین با در نظر گرفتن اثر شلاقی	این مقاله نشان می‌دهد اثر شلاقی تنها بر تقاضا و موجودی تاثیر نمی‌گذارد، بلکه طراحی ساختار شبکه زنجیره‌تامین را نیز دستخوش تغییر می‌کند. این یافته‌ها اهمیت توجه هم‌زمان به طراحی شبکه و پیش‌بینی تقاضا را برجسته می‌سازد.

۳- روش پژوهش

۱-۳- شبکه عصبی

تکنیک‌های محاسبات نرم امکان نمایش ابهامات موجود در تفکر انسانی و عدم قطعیت‌های دنیای واقعی را فراهم می‌کنند. یکی از این تکنیک‌ها، شبکه‌های عصبی مصنوعی است که به‌عنوان یکی از موثرترین روش‌ها در پیش‌بینی تقاضا در زنجیره‌تامین شناخته می‌شود. شبکه‌های چندلایه پیشرو قادر به تقریب توابع خطی و غیرخطی در شرایط معین هستند [32]. شبکه‌های عصبی مصنوعی با الهام از ساختار و عملکرد مغز انسان، به شبیه‌سازی فرآیندهای تفکر و یادگیری می‌پردازند. این شبکه‌ها در لایه‌های مخفی خود دارای نورون‌هایی هستند که با انجام محاسبات ریاضی، داده‌ها را پردازش و خروجی‌های موردنظر را تولید می‌کنند. این نورون‌ها می‌توانند آموزش ببینند تا الگوهای تفکر انسانی را شبیه‌سازی کنند [33]. علاوه بر پیش‌بینی، شبکه‌های عصبی مصنوعی در حوزه زنجیره‌تامین کاربردهای دیگری نظیر بهینه‌سازی، مدل‌سازی و شبیه‌سازی نیز دارند. به‌عنوان مثال، در مطالعه‌ای برای پیش‌بینی تقاضای پلاکت خون در زنجیره‌تامین سازمان انتقال خون استان سیستان و بلوچستان، مدل‌های شبکه عصبی مصنوعی و آریما مورد استفاده قرار گرفتند. نتایج نشان داد که مدل‌های شبکه عصبی مصنوعی دقت بالاتری در پیش‌بینی تقاضا نسبت به روش‌های سنتی دارند [34].

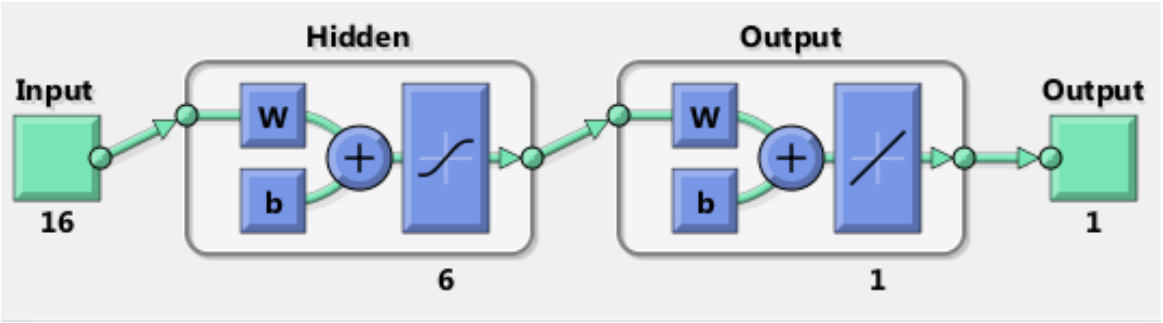
همچنین، هوش مصنوعی می‌تواند با تحلیل داده‌ها و شناسایی الگوها، به بهینه‌سازی زنجیره‌تامین و پیش‌بینی تقاضا کمک کند. این امر منجر به کاهش هزینه‌ها و افزایش کارایی در صنایع مختلف می‌شود. به‌عنوان مثال، با استفاده از مدل‌های هوش مصنوعی، شرکت‌ها می‌توانند زنجیره‌تامین خود را بهینه‌سازی کرده و از هزینه‌های اضافی جلوگیری کنند. همچنین، تحلیل رفتار مشتریان و پیش‌بینی تقاضا به صنایع کمک می‌کند تا منابع خود را به‌طور موثرتر تخصیص داده و کارایی عملیاتی خود را افزایش دهند. در نهایت، استفاده از تحلیل داده‌ها و الگوریتم‌های یادگیری ماشین در مدیریت زنجیره‌تامین می‌تواند به شناسایی الگوها، پیش‌بینی تقاضا و بهبود کارایی عملیاتی منجر شود. این رویکردها می‌توانند به کاهش هزینه‌ها و افزایش رضایت مشتری کمک کنند [35]. با درنظر گرفتن زنجیره‌تامین در حوزه چاپ و نشر کتاب، عوامل موثر بر تعیین تیراژ کتاب در چهاردسته اصلی به‌صورت زیر خواهد بود:



شکل ۱- زنجیره‌تامین صنعت چاپ و نشر کتاب.

Figure 1- Supply chain of the printing and publishing industry.

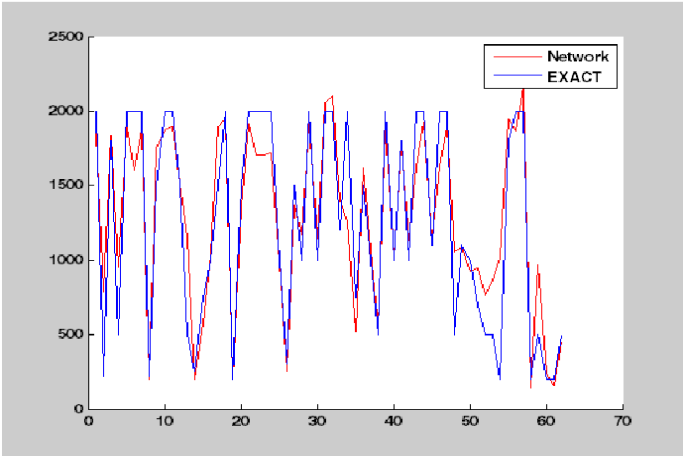
شبکه عصبی حاصل از ۱۶ ورودی در لایه اول، لایه مخفی با ۶ نرون و لایه خروجی به‌صورت **شکل ۲** می‌باشد.



شکل ۲- شبکه عصبی پیشرو با ۱۶ ورودی.

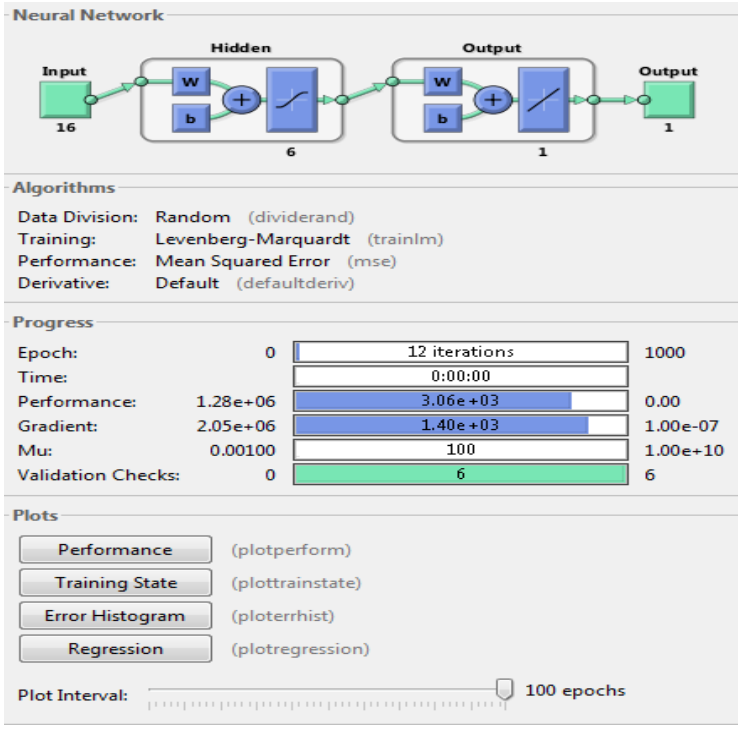
Figure 2- Feedforward neural network with 16 inputs.

نتایج حاصل از اجرای شبکه در **شکل‌های ۳** و **۴** نشان داده شده است که مبین قدرت بالای شبکه عصبی در یادگیری و کشف الگوی ذهنی ناشران است.



شکل ۳- مقایسه پیش بینی شبکه با واقعیت.

Figure 3- Comparison of network predictions with actual values.



شکل ۴- عملکرد شبکه عصبی مصنوعی.

Figure 4- Performance of the artificial neural network.

وزن‌های ورودی مدل حاصل از اجرای شبکه عصبی مصنوعی نیز در **جدول ۲** نشان داده شده است.

جدول ۲- وزن‌های ورودی حاصل از شبکه عصبی مصنوعی.

Table 2- Input weights obtained from the artificial neural network.

ورودی X_{11}	-1.05528	-0.78566	-1.72306	-1.53674	0.156902	1.140151
ورودی X_{12}	0.763972	2.683235	-4.01649	0.373516	1.574275	0.943679
ورودی X_{13}	0.439907	-0.49512	-0.74545	-0.70499	1.324957	-0.20262
ورودی X_{14}	-0.26442	-0.01796	-1.30443	-0.12851	-0.4709	-0.4408
ورودی X_{15}	-0.37947	1.505073	2.868928	-0.69079	0.995791	-0.36667
ورودی X_{21}	0.634282	-1.80814	-0.37152	0.304663	0.582409	0.668377
ورودی X_{22}	0.946753	-0.25557	-1.38896	3.619018	0.631049	1.092509
ورودی X_{23}	0.680527	-0.07586	-1.65356	3.53416	-0.1163	0.708585
ورودی X_{24}	-0.92243	-2.83908	-0.81374	-0.98437	0.742959	0.257753
ورودی X_{31}	0.591748	-0.71863	0.779029	-0.6685	0.657317	0.657317
ورودی X_{32}	-0.3373	-0.41446	3.260568	0.893581	1.872036	-1.53632
ورودی X_{33}	0.428376	0.280315	0.354196	-0.70396	-0.09477	-2.6467
ورودی X_{34}	-1.72252	-2.3923	-0.27162	0.770972	0.242755	-0.91678
ورودی X_{41}	-0.41338	-1.78683	-1.45033	-1.4464	-1.14404	-0.62251
ورودی X_{42}	-0.54206	-1.2503	0.017326	0.176011	-0.00374	-0.93379
ورودی X_{43}	0.329416	-1.65964	-2.22973	0.121133	-2.93028	-0.54206

X_1: کیفیت کتاب، شامل: X_{11}: زمینه موضوعی کتاب- X_{12}: سابقه و نام آشنا بودن نویسنده- X_{13}: عضویت نویسنده در هیات علمی دانشگاه- X_{14}: نظریه کارشناسی در مورد غنای علمی - فرهنگی کتاب- X_{15}: نحوه نگارش و ادبیات نویسنده.

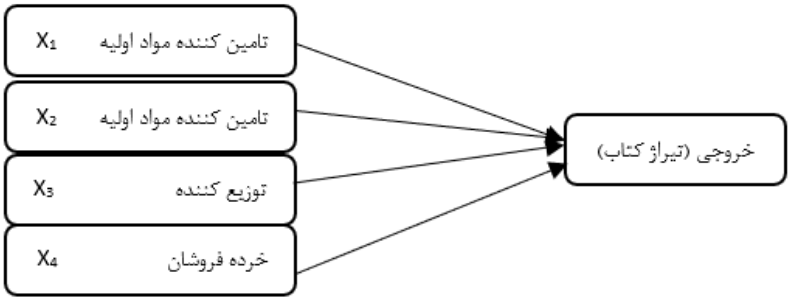
X_2: تامین‌کننده مواد اولیه، شامل: X_{21}: ارتباط خوب و موثر با تامین‌کننده‌ها- X_{22}: قیمت کاغذ- X_{23}: هزینه‌های چاپ کتاب- X_{24}: سهولت در دریافت مجوز چاپ.

X_3: توزیع‌کننده، شامل: X_{31}: ارتباط خوب و موثر با توزیع‌کنندگان- X_{32}: سابقه و حسن نام شرکت توزیع‌کننده- X_{33}: محدوده تحت پوشش شرکت توزیع‌کننده- X_{34}: اعتبار ناشر.

X_4: خرده‌فروش، شامل: X_{41}: ارتباط خوب و موثر خرده‌فروشان با توزیع‌کنندگان- X_{42}: محل قرارگیری خرده‌فروشان- X_{43}: میزان سود درخواستی خرده‌فروشان.

۲-۳- قضاوت خبرگان

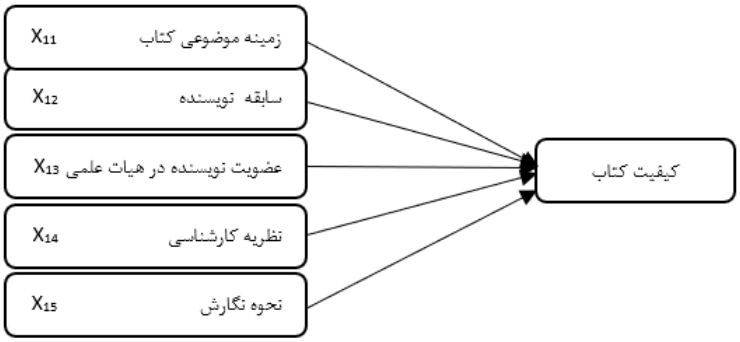
شکل ۵، مدل اصلی امتیازی قضاوت خبرگان است که نشان‌دهنده ۴ دسته عوامل اصلی موثر بر تعیین میزان خروجی (تیراژ کتاب) و وزن تاثیرگذاری هرکدام از آن‌ها است:



شکل ۵- مدل اصلی.
Figure 5- Main model.

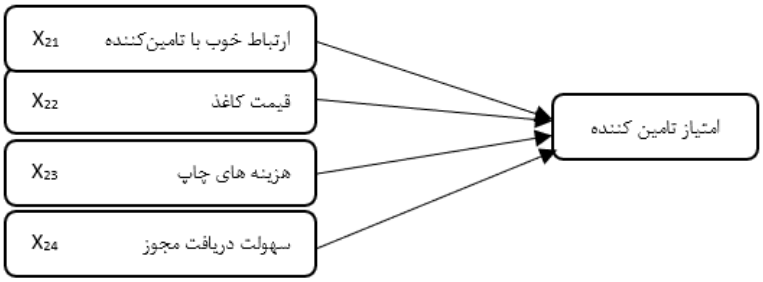
وزن متغیر اول: ۰/۵، وزن متغیر دوم: ۰/۱، وزن متغیر سوم: ۰/۲۵ و وزن متغیر چهارم: ۰/۱۵ است.

امتیاز هرکدام از این عوامل ذکرشده در بالا به‌وسیله فاکتورهایی خاص با وزن مختص به خود مشخص می‌گردند. این موضوع در **شکل ۶** تا **شکل ۹** نشان داده شده است.



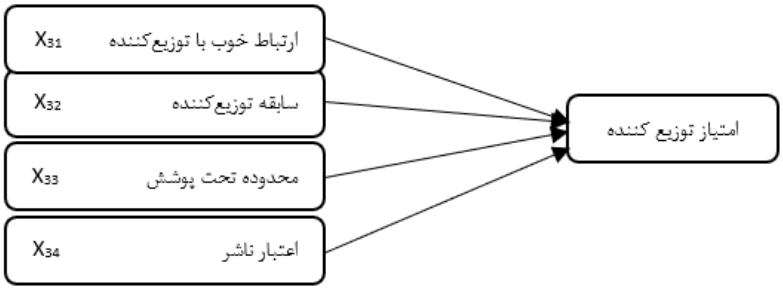
شکل ۶- عوامل موثر بر کیفیت کتاب.
Figure 6- Factors affecting book quality.

وزن متغیر اول: ۰/۳۵، وزن متغیر دوم: ۰/۱، وزن متغیر سوم: ۰/۱۵، وزن متغیر چهارم: ۰/۳ و وزن متغیر پنجم: ۰/۱ است.



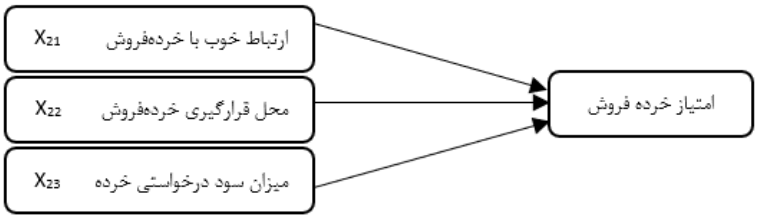
شکل ۷- عوامل موثر بر امتیاز تامین‌کننده.
Figure 7- Factors affecting supplier score.

وزن متغیر اول: ۰/۲، وزن متغیر دوم: ۰/۵، وزن متغیر سوم: ۰/۱ و وزن متغیر چهارم: ۰/۲ است.



شکل ۸- عوامل موثر بر امتیاز توزیع‌کننده.
Figure 8- Factors affecting distributor score.

وزن متغیر اول: ۰/۲، وزن متغیر دوم: ۰/۳، وزن متغیر سوم: ۰/۳ و وزن متغیر چهارم: ۰/۲ است.



شکل ۹- عوامل موثر بر امتیاز خرده‌فروش.
Figure 9- Factors affecting retailer score.

وزن متغیر اول: ۰/۵، وزن متغیر دوم: ۰/۴ و وزن متغیر سوم: ۰/۱ است. امتیاز هر کدام از متغیرهای x_{11} تا x_{43} نیز بر اساس **جدول ۳** مشخص می‌گردد.

جدول ۳- امتیاز متغیرها.
Table 3- Variable scores.

X_{11}								
کتاب کنکور	درسی	رمان	کمک درسی	روانشناسی	فلسفی و عرفانی	عمومی	تاریخی	شعر
10	9	8	7	6	5	3	2	1
X_{12}								
نویسنده معروف		نویسنده با سابقه		نویسنده کم تجربه		نویسنده مبتدی		
10		7		3		1		
X_{13}								
عضویت در دانشگاه معتبر		عضویت در دانشگاه معمولی		تدریس به‌صورت حق‌التدریس		عدم تدریس		
10		6		3		1		
X_{14}								
بسیار عالی	عالی	خیلی خوب	خوب	متوسط	ضعیف	بسیار عالی		
10	9	8	7	5	1	10		
X_{15}								
عالی		خوب		متوسط		ضعیف		
10		6		2		1		
X_{21}								
عالی		خوب		متوسط		ضعیف		
10		6		2		1		

جدول ۳- ادامه.
Table 3- Continued.

X_{22} و X_{23}			
کم	متوسط		زیاد
10	5		1
X_{24}			
زیاد	متوسط		کم
10	5		1
X_{31} و X_{32}			
عالی	خوب	متوسط	ضعیف
10	6	2	1
X_{33}			
کل کشور	تهران و مراکز برخی استان‌های بزرگ	تمام تهران	برخی نقاط تهران
10	8	4	1
X_{34}			
بسیار معتبر	معتبر	اعتبار متوسط	ناشناس
10	7	3	1
X_{41}			
عالی	خوب	متوسط	ضعیف
10	6	2	1
X_{42}			
سراسر کشور	تهران و مراکز برخی استان‌های بزرگ	تمام تهران	برخی نقاط تهران
10	8	4	1
X_{43}			
15%	20%	25%	
10	8	2	

۳-۳- مثال عددی

اگر فرض کنیم ورودی‌های مربوط به کتابی که آماده چاپ است به ترتیب از X_{11} تا X_{43} به‌صورت زیر باشد:

X_{43}	X_{42}	X_{41}	X_{34}	X_{33}	X_{32}	X_{31}	X_{24}	X_{23}	X_{22}	X_{21}	X_{15}	X_{14}	X_{13}	X_{12}	X_{11}
8	10	10	10	10	10	10	10	5	5	10	6	9	10	7	10

پیش‌بینی شبکه عصبی برای این کتاب که نشان‌دهنده وضع موجود در این صنعت است تیراژ ۲۰۰۰ را پیش‌بینی می‌کند درحالی‌که طبق نظر خبرگان و با مدل امتیازی تیراژ کتاب باید ۱۶۱۰ باشد. به‌عنوان مثال دیگر، با ورودی‌های زیر:

X_{43}	X_{42}	X_{41}	X_{34}	X_{33}	X_{32}	X_{31}	X_{24}	X_{23}	X_{22}	X_{21}	X_{15}	X_{14}	X_{13}	X_{12}	X_{11}
10	10	10	10	10	10	10	5	5	5	10	10	10	1	10	5

پیش‌بینی شبکه عصبی برای این کتاب تیراژ ۲۰۰۰ است درحالی‌که مدل امتیازی تیراژ ۱۲۴۰ را مناسب می‌داند.

۴- بحث و نتیجه‌گیری

نتایج این پژوهش نشان می‌دهد که پیش‌بینی نادرست تقاضا، عدم هماهنگی اطلاعات میان اعضای زنجیره‌تامین و ضعف در مدیریت موجودی از مهم‌ترین چالش‌های صنعت چاپ و نشر کتاب محسوب می‌شوند. این عوامل در بسیاری از موارد منجر به نوسانات شدید در تیراژ تولید، افزایش هزینه‌های نگهداری موجودی، کاهش بهره‌وری عملیاتی و افزایش میزان ضایعات ناشی از چاپ مازاد یا کمبود کتاب می‌شوند. بررسی داده‌ها و

شبیه‌سازی‌های انجام‌شده در این تحقیق نشان می‌دهد که نوسانات تقاضا بیش از هر عامل دیگری بر عملکرد کل زنجیره‌تامین تاثیرگذار است و ضعف در جریان اطلاعات میان ناشران، توزیع‌کنندگان و تامین‌کنندگان، شدت این نوسانات را تشدید می‌کند. یافته‌های پژوهش همچنین حاکی از آن است که استفاده از روش‌های مبتنی بر یادگیری ماشین، به‌ویژه شبکه‌های عصبی مصنوعی و الگوریتم‌های پیش‌بینی سری‌های زمانی، می‌تواند موجب بهبود دقت پیش‌بینی تقاضا، کاهش نوسانات عرضه و تقاضا و افزایش کارایی عملیاتی شود. به‌کارگیری این روش‌ها در مدل ارایه‌شده در این تحقیق، نشان داد که تحلیل داده‌های تاریخی و جریان‌های اطلاعاتی موجود در زنجیره‌تامین، می‌تواند به بهینه‌سازی موجودی، کاهش هزینه‌های سربار و افزایش هماهنگی میان تامین‌کنندگان، توزیع‌کنندگان و ناشران کمک قابل‌توجهی کند. این پژوهش همچنین نشان می‌دهد که ادغام فناوری‌های نوین تحلیلی در فرآیندهای تصمیم‌گیری، به‌ویژه سیستم‌های پیشرفته پیش‌بینی تقاضا مبتنی بر هوش مصنوعی، می‌تواند به بهبود انعطاف‌پذیری زنجیره‌تامین و کاهش ریسک مرتبط با کمبود یا مازاد موجودی منجر شود. چنین سیستم‌هایی با تحلیل دقیق داده‌های فروش، روندهای فصلی و رفتار مصرف‌کننده، امکان اتخاذ تصمیمات سریع‌تر و مبتنی بر داده را برای مدیران فراهم می‌کنند و به کاهش هزینه‌های عملیاتی و افزایش بهره‌وری کل زنجیره کمک می‌کنند.

۴-۱- محدودیت‌های پژوهش

با وجود یافته‌های ارزشمند، این تحقیق محدودیت‌هایی نیز دارد که می‌تواند مبنای مطالعات آینده قرار گیرد:

۱. محدوده داده‌ها: داده‌های مورد استفاده در این پژوهش عمدتاً از ناشران و توزیع‌کنندگان داخلی جمع‌آوری شده‌اند و ممکن است نتایج به سایر بازارها یا صنایع مشابه تعمیم‌پذیر نباشد.
۲. محدودیت در عوامل مورد بررسی: در این مطالعه، تمرکز اصلی بر پیش‌بینی تقاضا، مدیریت موجودی و هماهنگی اطلاعات بود و عوامل دیگری مانند تغییرات هزینه‌های چاپ، رفتار رقبا و تاثیر رویدادهای غیرمترقبه (مانند بحران‌های اقتصادی یا پاندمی‌ها) در تحلیل لحاظ نشده است.
۳. پیچیدگی مدل‌ها: استفاده از شبکه‌های عصبی و الگوریتم‌های یادگیری ماشین، اگرچه دقت پیش‌بینی را افزایش می‌دهد، اما نیازمند داده‌های با کیفیت بالا و مهارت‌های فنی برای طراحی و اجرای مدل‌ها است که ممکن است برای برخی از ناشران کوچک محدودیت ایجاد کند.

۴-۲- پیشنهادهایی برای پژوهش‌های آتی

با توجه به محدودیت‌ها و یافته‌های این پژوهش، پیشنهادهای زیر برای مطالعات آتی ارایه می‌شود:

۱. گسترش دامنه داده‌ها: پژوهش‌های آینده می‌توانند داده‌های بیشتری از ناشران بین‌المللی و بازارهای متفاوت را شامل شوند تا قابلیت تعمیم نتایج افزایش یابد.
۲. ادغام عوامل پیچیده‌تر: بررسی تاثیر عوامل کلان اقتصادی، رفتار رقبا، روندهای فناوری و تغییرات فرهنگی بر پیش‌بینی تقاضا می‌تواند دقت مدل‌ها و کاربردپذیری آن‌ها را بهبود بخشد.
۳. تحلیل مقایسه‌ای روش‌های هوش مصنوعی :مطالعات آینده می‌توانند روش‌های مختلف یادگیری ماشین و الگوریتم‌های پیشرفته تحلیل داده (مانند یادگیری عمیق، شبکه‌های عصبی پیچیده و الگوریتم‌های تکاملی) را با یکدیگر مقایسه کنند تا بهترین روش برای بهینه‌سازی زنجیره‌تامین مشخص شود.
۴. پیاده‌سازی عملی مدل‌ها: پژوهش‌های بعدی می‌توانند بر روی اجرای عملی و آزمایش مدل‌ها در محیط واقعی زنجیره‌تامین متمرکز شوند تا ارزیابی واقعی اثرات آن‌ها بر کاهش هزینه‌ها و افزایش بهره‌وری ارایه شود.
۵. توسعه سیستم‌های تصمیم‌یار هوشمند: طراحی و پیاده‌سازی سیستم‌های تصمیم‌یار مبتنی بر هوش مصنوعی که بتوانند در زمان واقعی جریان‌های اطلاعاتی و تقاضا را تحلیل کنند، می‌تواند به افزایش انعطاف‌پذیری و پاسخگویی سریع در زنجیره‌تامین منجر شود.

به‌طورکلی، یافته‌های این تحقیق تاکید می‌کند که ادغام روش‌های پیشرفته تحلیلی و هوش مصنوعی در مدیریت زنجیره‌تامین نشر کتاب، نه‌تنها می‌تواند نوسانات تقاضا و هزینه‌های عملیاتی را کاهش دهد، بلکه زمینه‌ساز بهبود مستمر و تصمیم‌گیری هوشمند در این صنعت خواهد بود.

منابع

[1] Niu, T., Zhang, H., Yan, X., & Miao, Q. (2024). Intricate supply chain demand forecasting based on graph convolution Network. *Sustainability*, *16*(21), 9608. https://doi.org/10.3390/su16219608

[2] Chandran, J. M., & Khan, M. R. B. (2024). A strategic demand forecasting: Assessing methodologies, market volatility, and operational efficiency. *Malaysian journal of business, economics and management*, 3(2). 150–167. https://doi.org/10.56532/mjbem.v3i2.71

[3] Tadayonrad, Y., & Ndiaye, A. B. (2023). A new key performance indicator model for demand forecasting in inventory management considering supply chain reliability and seasonality. *Supply chain analytics*, *3*, 100026. https://doi.org/10.1016/j.sca.2023.100026

[4] Zaman, S. I., Khan, S. A., & Kusi-Sarpong, S. (2024). Investigating the relationship between supply chain finance and supply chain collaborative factors. *Benchmarking: an international journal*, *31*(6), 1941–1975. https://doi.org/10.1108/BIJ-05-2022-0295?urlappend=%3Futm_source%3Dresearchgate.net%26medium%3Darticle

[5] Alsheyadi, A., Baawain, A., & Shaukat, M. R. (2024). E-supply chain coordination and performance impacts: An empirical investigation. *Production & manufacturing research*, *12*(1), 2379942. https://doi.org/10.1080/21693277.2024.2379942?urlappend=%3Futm_source%3Dresearchgate.net%26medium%3Darticle

[6] Joorbonyan, Z., & Montazeri, F. Z. (2025). Analyzing causal relationships among supplier evaluation criteria in the automotive industry using the fuzzy DEMATEL method. *Modern research in performance evaluation*, *4*(2), 91-109. (**In Persian**). https://doi.org/10.22105/mrpe.2025.515655.1153

[7] Nazarkina, V. A., & Shchekoldin, V. Y. (2024). Neural network technologies in supply chain management: Consumer selection technique. *Business informatics*, *18*(4), 7–24. (**In Russia**). https://doi.org/10.17323/2587-814X.2024.4.7.24

[8] Forrester, J. W. (1961). *Industrial dynamics.* MIT Press, Cambridge, Mass.

[9] Sodhi, M. S., & Tang, C. S. (2012). *Managing supply chain risk.* . Springer Science & Business Media. https://link.springer.com/book/10.1007/978-1-4614-3238-8

[10] Sarsalari, M. Sh. (2024). The role of slack effect and quality of supply chain based on performance of supply study in automobile industry (Case: Auto parts suppliers). *The 12th international conference on modern accounting, management and human sciences research in the third millennium*. Tehran, Iran. Civilica. (**In Persian**). https://civilica.com/l/146925/

[11] Saffari Darberazi, A., Malekinejad, P., & Ziaeian, M. (2021). Whiplash effect strategies in closed loop chains. *Journal of strategic management studies*, *12*(48), 207-223. (**In Persian**). https://www.sid.ir/paper/1139616/fa

[12] Subramanian, B., Mishra, A., Bharathi V, R., Mandala, G., Kathamuthu, N. D., & Srithar, S. (2025). Big data and fuzzy logic for demand forecasting in supply chain management: A data-driven approach. *Journal of fuzzy extension and applications*, *6*(2), 260–283. https://doi.org/10.22105/jfea.2025.488816.1703

[13] Wong, C. Y., & Boon-Itt, S. (2008). The influence of institutional norms and environmental uncertainty on supply chain integration in the Thai automotive industry. *International journal of production economics*, *115*(2), 400–410. https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2008.05.012

[14] Wang, M. (2018). Impacts of supply chain uncertainty and risk on the logistics performance. *Asia pacific journal of marketing and logistics*, *30*(3), 689–704. https://doi.org/10.1108/APJML-04-2017-0065?urlappend=%3Futm_source%3Dresearchgate.net%26medium%3Darticle

[15] Tarifa-Fernandez, J., & De Burgos-Jiménez, J. (2017). Supply chain integration and performance relationship: a moderating effects review. *The international journal of logistics management*, *28*(4), 1243–1271. https://doi.org/10.1108/IJLM-02-2016-0043?urlappend=%3Futm_source%3Dresearchgate.net%26medium%3Darticle

[16] Kumar, V., Chibuzo, E. N., Garza-Reyes, J. A., Kumari, A., Rocha-Lona, L., & Lopez-Torres, G. C. (2017). The impact of supply chain integration on performance: Evidence from the UK food sector. *Procedia manufacturing*, *11*, 814–821. https://doi.org/10.1016/j.promfg.2017.07.183

[17] Lackes, R., Schlüter, P., & Siepermann, M. (2016). The impact of contract parameters on the supply chain performance under different power constellations. *International journal of production research*, *54*(1), 251–264. https://doi.org/10.1080/00207543.2015.1076943?urlappend=%3Futm_source%3Dresearchgate.net%26medium%3Darticle

[18] Bhat, S. A., & Aljuneidi, T. (2025). Viable intertwined supply network: Modelling and dynamic analysis using artificial neural networks. *Applied soft computing*, *168*, 112503. https://doi.org/10.1016/j.asoc.2024.112503

[19] Dhankar, N., Routroy, S., & Sharma, S. K. (2024). Analyzing predictors of pearl millet supply chain using an artificial neural network. *Journal of modelling in management*, *19*(4), 1291–1315. https://doi.org/10.1108/JM2-09-2023-0202?urlappend=%3Futm_source%3Dresearchgate.net%26medium%3Darticle

[20] Li, S. H. Q., & Dörfler, F. (2024). *Mitigating transient bullwhip effects under imperfect demand forecasts*. ArXiv Preprint ArXiv:2404.01090. https://doi.org/10.48550/arXiv.2404.01090

[21] Goel, L., Nandal, N., Gupta, S., Karanam, M., Prasanna Yeluri, L., Pandey, A. K., … & Grabovy, P. (2024). Revealing the dynamics of demand forecasting in supply chain management: a holistic investigation. *Cogent engineering*, *11*(1), 2368104. https://doi.org/10.1080/23311916.2024.2368104?urlappend=%3Futm_source%3Dresearchgate.net%26medium%3Darticle

[22] Aldahmani, E., Alzubi, A., & Iyiola, K. (2024). Demand forecasting in supply chain using uni-regression deep approximate forecasting model. *Applied sciences*, *14*(18), 1–27. https://doi.org/10.3390/app14188110

[23] Ghosh, T. (2025). *Combating the bullwhip effect in rival online food delivery platforms using deep learning*. ArXiv Preprint ArXiv:2503.22753. https://doi.org/10.48550/arXiv.2503.22753

[24] Saricioglu, A., Genevois, M. E., & Cedolin, M. (2024). Analyzing One-Step and Multi-Step Forecasting to Mitigate the Bullwhip Effect and Improve Supply Chain Performance. *IEEE access*, *12*, 180161–180174. https://doi.org/10.1109/ACCESS.2024.3510175

[25] Douaioui, K., Oucheikh, R., Benmoussa, O., & Mabrouki, C. (2024). Machine learning and deep learning models for demand forecasting in supply chain management: A Critical Review. *Applied system innovation*, *7*(5). https://doi.org/10.3390/asi7050093

[26] Salwa, N., & Zulfikri, A. (2024). From variability to visibility: Mitigating the bullwhip effect in modern supply chains. *Sinergi international journal of logistics*, *2*(2), 118–132. https://doi.org/10.61194/sijl.v2i2.619

[27] Fussone, R., Cannella, S., Dominguez, R., & Framinan, J. M. (2025). On the bullwhip effect in circular supply chains combining by-products and end-of-life returns. *Applied mathematical modelling*, *137*, 115670. https://doi.org/10.1016/j.apm.2024.115670
[28] Patil, C., & Prabhu, V. (2024). Supply chain cash-flow bullwhip effect: An empirical investigation. *International journal of production economics*, *267*, 109065. https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2023.109065
[29] Wairimu1, D. M., & Bwisa, H. M. (2024). Impact of supply chain practices on mitigating the bullwhip effect. *International journal of science and research (ijsr)*, *13*(7), 1364–1371. https://dx.doi.org/10.21275/SR24725145723
[30] Al-Sukhni, M., & Migdalas, A. (2025). The impact of information sharing factors on the bullwhip effect mitigation: a systematic literature review. *Operational research*, *25*(2), 1–42. https://doi.org/10.1007/s12351-025-00915-3%0A%0A
[31] Darmawan, A., Wong, H. W., & Fransoo, J. (2025). Supply chain network design with the presence of the bullwhip effect. *International journal of production economics*, *286*, 109668. https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2025.109668
[32] Hill, T., Marquez, L., O'Connor, M., & Remus, W. (1994). Artificial neural network models for forecasting and decision making. *International journal of forecasting*, *10*(1), 5–15. https://doi.org/10.1016/0169-2070(94)90045-0
[33] Soori, M., Arezoo, B., & Dastres, R. (2023). Artificial neural networks in supply chain management, a review. *Journal of economy and technology*, *1*, 179–196. https://doi.org/10.1016/j.ject.2023.11.002
[34] Kahraman, C., & Oztaysi, B. (2014). Supply chain management under fuzziness. *Recent developments and techniques*, *313*, 808–1860. https://doi.org/10.1007/978-3-642-53939-8
[35] Toorajipour, R., Sohrabpour, V., Nazarpour, A., Oghazi, P., & Fischl, M. (2021). Artificial intelligence in supply chain management: A systematic literature review. *Journal of business research*, *122*, 502–517. https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2020.09.009